

附录1 多变量统计方法在植物复合群形态学研究中的应用

Appendix 1 Application of multivariate statistical methods in the morphological study of plant species complex

物种 Species	主要分析方法 Main analytical methods	关键结果 Key findings	文献来源 References
线形厚皮香复合群 <i>Ternstroemia lineata</i> complex	主成分分析; 相关性分析	叶形态分化与降水、温度梯度显著相关, 该复合群内形成9大地理形态群。连续分布种群通过不同性状组合实现生态位分割, 反映该复合群分化过程的异质性。	Alcántara-Ayala et al., 2020
藁草属 <i>Carex flava</i> 复合群的4个物种	判别分析; 冗余分析	各物种生育性状和营养性状变异性接近, 环境因子和土壤因子驱动该复合群表型可塑性。	Więclaw et al., 2017
双叉细柄茅 <i>Ptilagrostis dichotoma</i> complex	主成分分析; 聚类分析	对19个形态性状进行了全面评估, 将该复合群划分为5个物种, 其中2个为新描述的物种。其鉴别特征主要为叶片特征、外稃结构和芒的形态等。	Zhang & Chen., 2024
无距耧斗菜复合群 <i>Aquilegia ecalcarata</i> complex	变异分析; 相关性分析; 聚类分析; 主成分分析	对该复合群22个花部性状和19个营养性状的多变量分析显示, 物种差异主要在于花部性状。无距耧斗菜(<i>A. ecalcarata</i>)内部分为两簇, 其一与直距耧斗菜(<i>A. rockii</i>)花部特征相似; 其两种变型常同域共存。	Xue et al., 2020
诸葛菜复合群 <i>Orychophragmus violaceus</i> complex	方差分析; 主成分分析; 聚类分析	基于40个形态性状(包括叶片、花朵、果实、种子及花萼/花梗等特征)进行分析, 发现叶片形态(如裂片形状、叶缘齿数)、果实长度与喙部特征(长角果结构)、种子大小及花部细节(如花萼比例)是物种间的主要差异来源。	Hu et al., 2018
利氏针茅复合群 <i>Stipa lipskyi</i> complex	相关性分析; 主成分分析	基于芒柱特征(无毛/被毛)、外稃微形态(电镜观察)、叶片宽度等性状, 将样本分为利氏针茅组内12个物种, 并区分杂交种与亲本。	Nobis et al., 2013
土耳其针茅复合群 <i>Stipa turkestanica</i> complex	相关性分析; 主坐标分析; 主成分分析; 方差分析; 聚类分析	基于宏观形态特征的数值分析、颖片与叶片微形态的扫描电镜观察以及野外调查, 将样本分为5个显著分支, 验证了其形态学界限, 结合主坐标分析和主成分分析揭示了土耳其针茅组的形态分化格局, 有效解决了针茅属隐存种的鉴定难题。	Nobis et al., 2016
紫花针茅复合群 <i>Stipa purpurea</i> complex	主成分分析; 方差分析; 多重比较; 聚类分析	基于宏观与微观形态特征, 并结合分布区地图, 将样本分为3个显著分支, 分别为 <i>S. tremula</i> 、 <i>S. purpurea</i> 、 <i>S. arenosa</i> , 聚类分组与样本的地理分布范围高度匹配。	Nobis et al., 2022

参考文献

- Alcántara-Ayala O, Oyama K, Ríos-Muñoz CA, Rivas G, Ramirez-Barahona S, Luna-Vega I (2020) Morphological variation of leaf traits in the *Ternstroemia lineata* species complex (Ericales: Pentaphragmaceae) in response to geographic and climatic variation. *PeerJ*, 8, e8307.
- Hu H, Zeng TT, Wang ZQ, Al-Shehbaz IA, Liu JQ (2018) Species delimitation in the *Orychophragmus violaceus* species complex (Brassicaceae) based on morphological distinction and reproductive isolation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 188, 257–268.
- Nobis M (2013) Taxonomic revision of the *Stipa lipskyi* group (Poaceae: *Stipa* sect. *Smirnovia*) in the Pamir Alai and Tian-Shan Mountains. *Plant Systematics and Evolution*, 299, 1307–1354.
- Nobis M, Klichowska E, Nowak A, Gudkova PD, Rola K (2016) Multivariate morphometric analysis of the *Stipa turkestanica* group (Poaceae: *Stipa* sect. *Stipa*). *Plant Systematics and Evolution*, 302, 137–153.
- Nobis M, Krzempek M, Nowak A, Gudkova PD, Klichowska E (2022) Resurrection of *Stipa tremula* and taxonomy of the high-alpine species from the *Stipa purpurea* complex (Poaceae, Pooideae). *PhytoKeys*, 196, 21–47.
- Więclaw H (2017) Within-species variation among populations of the *Carex flava* complex as a function of habitat conditions. *Plant Ecology & Diversity*, 10, 443–451.
- Xue C, Geng FD, Zhang XY, Chang XP, Kang JQ, Huang L, Zhang JQ, Ren Y (2020) Morphological variation pattern of *Aquilegia ecalcarata* and its relatives. *Journal of Systematics and Evolution*, 58, 221–233.

曾文敏, 杨霞, 邹成玉, 李彦欣, 王贤楠, 魏依婷, 徐艳琴, 周银 (2026) 植物复合群的形成机制与分类学研究进展. 生物多样性, 34, 25321. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2025321>

Zhang XY, Chen WL (2024) Species delimitation and taxonomic revision of the *Ptilagrostis dichotoma* species complex (Poaceae) based on statistical morphological variations. Botanical Journal of the Linnean Society, 206, 69–82.